



DE 100 54 252 A 1

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 54 252 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
B 60 T 13/57

21 Aktenzeichen: 100 54 252.2
22 Anmeldetag: 2. 11. 2000
43 Offenlegungstag: 16. 5. 2002

71 Anmelder:
Lucas Varity GmbH, 56070 Koblenz, DE
74 Vertreter:
WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München

72 Erfinder:
Friedsam, Ludwig, 56651 Oberdürenbach, DE;
Plewnia, Heinrich, 56316 Niederhofen, DE; Puscher,
Gerd, 56626 Andernach, DE; Schlüter, Peter, 56206
Kammerforst, DE

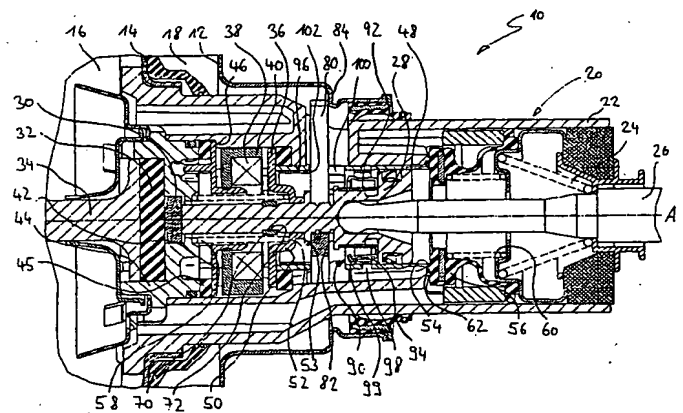
56 Entgegenhaltungen:
WO 00 07 862 A1
JP 09-1 75 373 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Unterdruck-Bremskraftverstärker mit mechanischer Notbremshilfe

57 Es wird ein Unterdruck-Bremskraftverstärker (10) mit einer Unterdruckkammer (16), einer davon durch eine bewegliche Wand (14) getrennten Arbeitskammer (18) und einem Steuerventil (20), das ein mit der beweglichen Wand (14) kraftübertragend gekoppeltes Gehäuse (12) aufweist und das zur Erzielung einer Druckdifferenz an der beweglichen Wand (14) die Zufuhr von Atmosphärendruck oder Überdruck zur Arbeitskammer (18) in Abhängigkeit von der Verschiebung eines Betätigungskolbens (28) zu steuern vermag, beschrieben. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker (10) besitzt eine Notbremshilfe mit einem Permanentmagneten (38) und einem mit dem Permanentmagneten (38) zusammenwirkenden Anker (36), der federnd entgegen der Betätigungsrichtung vorgespannt ist und bei einer Notbremsung in Anlage mit dem Permanentmagneten (38) gezogen wird, wodurch das Steuerventil (20) für die Zufuhr von Atmosphärendruck zur Arbeitskammer (18) geöffnet gehalten wird. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker (10) umfaßt eine Koppereinrichtung (90) zum lösbaren Koppeln des Ankers (36) mit dem Betätigungskolben (28).



BEST AVAILABLE COPY

DE 100 54 252 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Unterdruck-Bremskraftverstärker mit einer Unterdruckkammer und einer davon durch eine bewegliche Wand getrennten Arbeitskammer, einem Steuerventil, das ein mit der beweglichen Wand kraftübertragend gekoppeltes Gehäuse aufweist und das zur Erzielung einer Druckdifferenz an der beweglichen Wand die Zufuhr von Atmosphärendruck oder Überdruck zur Arbeitskammer in Abhängigkeit von der Verschiebung eines Betätigungskolbens zu steuern vermag, und einer Notbremshilfe mit einem Permanentmagneten und einem mit dem Permanentmagneten zusammenwirkenden Anker, der federnd entgegen der Betätigungsrichtung vorgespannt ist und bei einer Notbremsung in Anlage mit dem Permanentmagneten gezogen wird, wodurch das Steuerventil für die Zufuhr von Atmosphärendruck zur Arbeitskammer geöffnet gehalten wird.

[0002] Unterdruck-Bremskraftverstärker sind seit langem bekannt und befinden sich millionenfach im Einsatz, um die Betätigungskräfte einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage zu unterstützen und dadurch auf einem für den Fahrer eines Fahrzeuges angenehmen Niveau zu halten. Ebenfalls bekannt sind sogenannte Notbremshilfen, die häufig auch als "Bremsassistenten" bezeichnet werden. Es handelt sich dabei um Einrichtungen, die einem Fahrer im Fall einer Notbremsung bei im wesentlichen gleicher Betätigungskraft eine erhöhte Bremsleistung zu Verfügung stellen.

[0003] Notbremshilfen lassen sich in elektromagnetisch betätigte und mechanisch betätigte Systeme unterscheiden. Aus Kostengründen wird häufig der Einsatz eines mechanischen Systems angestrebt.

[0004] Ein Unterdruck-Bremskraftverstärker mit einer derartigen mechanischen Notbremshilfe ist beispielsweise aus der WO 00/07862 bekannt. Dieser Unterdruck-Bremskraftverstärker besitzt eine Unterdruckkammer und eine davon durch eine bewegliche Wand druckdicht getrennte Arbeitskammer. Ein Steuerventil, welches ein mit der beweglichen Wand kraftübertragend gekoppeltes Gehäuse aufweist, umfaßt einen Atmosphären-Ventilsitz, der zur Erzielung einer Druckdifferenz an der beweglichen Wand die Zufuhr von Atmosphärendruck zur Arbeitskammer in Abhängigkeit von der Verschiebung eines mit einem Eingangsglied des Bremskraftverstärkers gekoppelten Betätigungskolbens zu steuern vermag.

[0005] Zur besseren Bremskraftunterstützung bei Notbremsungen ist in dem Gehäuse des Steuerventils eine mechanische Notbremshilfe angeordnet. Die Notbremshilfe umfaßt einen mit einem Permanentmagneten zusammenwirkenden Anker, der mittels eines am Betätigungskolben ausgebildeten Anschlags mit dem Betätigungskolben in Betätigungsrichtung starr koppelbar ist. Der Anker ist federnd entgegen der Betätigungsrichtung des Bremskraftverstärkers gegen den am Betätigungskolben ausgebildeten Anschlag vorgespannt und in der Ausgangsstellung des Steuerventils in einem ersten Abstand von dem Permanentmagneten gehalten. Im Zuge einer Annäherung an den Permanentmagneten wird der Anker bei Unterschreitung eines vorab festgelegten, zweiten Abstandes, welcher kleiner als der erste Abstand ist, von dem Permanentmagneten entgegen der auf den Anker wirkenden federnden Vorspannkraft und unter Aufhebung seiner in Betätigungsrichtung starren Kopplung mit dem Betätigungskolben in Anlage an den Permanentmagneten gezogen. Dadurch wird das Atmosphären-Ventil, dessen Ventilsitz einstückig mit einem mit dem Anker starr gekoppelten hülsenförmigen Fortsatz ausgebildet ist, maximal geöffnet gehalten. Es baut sich daraufhin die maximal mögliche Druckdifferenz auf, wodurch die maximal mögliche

Verstärkungskraft des Bremskraftverstärkers erreicht wird.

[0006] Nach einer Notbremsung muß der Anker von dem Permanentmagneten wieder abgelöst werden. Dies geschieht mittels eines starr mit dem Betätigungskolben verbundenen Riegels, der sich rechtwinklig zu einer Längsachse des Betätigungskolbens erstreckt und durch eine Ausnehmung des sich entgegen der Betätigungsrichtung erstreckenden hülsenförmigen Fortsatzes des Ankers ragt. Bei einem Rückhub des Eingangsgliedes des Bremskraftverstärkers verschiebt sich auch der Betätigungskolben entgegen der Betätigungsrichtung. Der mit dem Betätigungskolben gekoppelte Riegel kommt dabei in Anlage mit einer der Unterdruckkammer zugewandten Stirnseite der Ausnehmung des hülsenförmigen Fortsatzes, so daß die den Betätigungskolben entgegen der Betätigungsrichtung verschiebenden Kräfte in den mit dem Anker gekoppelten hülsenförmigen Fortsatz eingeleitet werden. Da diese Kräfte die zum Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten erforderliche Kraft übersteigen, führt die mit einer Reduzierung der vom Fahrer aufgebrauchten Betätigungskraft einhergehende Verschiebung des Betätigungskolbens entgegen der Betätigungsrichtung schließlich zu einem Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten.

[0007] Aufgrund der für das Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten erforderlichen Verschiebung des Betätigungskolbens entgegen der Betätigungsrichtung hat sich auch der am Betätigungskolben ausgebildete Anschlag für den Anker um den Verschiebeweg des Betätigungskolbens vom Anker entfernt. Nach dem Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten wird der Anker von der auf den Anker entgegen der Betätigungsrichtung des Bremskraftverstärkers wirkenden Vorspannkraft folglich entlang des Verschiebewegs des Betätigungskolbens beschleunigt. Der Anker prallt daher mit hoher Geschwindigkeit gegen den am Betätigungskolben ausgebildeten Anschlag auf. Dieser Aufprall des Ankers auf den für den Anker vorgesehenen Anschlag erzeugt ein deutlich wahrnehmbares und als störend empfundenes Abschaltgeräusch.

[0008] Außerdem sind Betriebsstellungen des Bremskraftverstärkers möglich, bei welchen vor dem Aufprall des Ankers auf den am Betätigungskolben ausgebildeten Anschlag der am freien Ende des hülsenförmigen Fortsatzes des Ankers ausgebildete Ventilsitz auf das zugehörige Ventiltidglied des Steuerventils prallt und dieses schlagartig aufreißt. Das führt dazu, daß die Verbindung zwischen Arbeitskammer und Vakuumkammer geöffnet wird und sich die vom Bremskraftverstärker aufgebrauchte Bremskraftunterstützung abrupt reduziert, was sich für den Fahrer durch einen als unangenehm empfundenen Kraftschlag auf das Bremspedal bemerkbar macht.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Unterdruck-Bremskraftverstärker mit mechanischer Notbremshilfe anzugeben, der ein verbessertes Betriebsverhalten aufweist.

[0010] Ausgehend von einem Unterdruck-Bremskraftverstärker der eingangs beschriebenen Art ist diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Koppereinrichtung vorhanden ist, welche ein lösbares Koppeln des Ankers mit dem Betätigungskolben gestattet.

[0011] Mittels der erfindungsgemäßen Koppereinrichtung kann Einfluß auf die Bewegung des Ankers entgegen der Betätigungsrichtung relativ zum Betätigungskolben genommen werden, um eine unkontrollierte Relativbewegung zwischen Anker und Betätigungskolben infolge des Ablöses des Ankers vom Permanentmagneten zu vermeiden. Die Koppereinrichtung gestattet es, nach dem Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten eine Beschleunigung des Ankers entgegen der Betätigungsrichtung zu verhindern oder

zumindest derart zu verringern, daß die bei Unterdruck-Bremskraftverstärkern des Stands der Technik beobachteten Abschaltprobleme bei erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkern nicht mehr auftreten.

[0012] Die Kopplung von Anker und Permanentmagnet kann beispielsweise mittels Reibschluß, Kraftschluß oder Formschluß erfolgen. Vorzugsweise ist die Koppereinrichtung derart ausgebildet, daß eine Kopplung erst nach einem gewissen Rückhub des Eingangslieds des Unterdruck-Bremskraftverstärkers, aber noch vor dem Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten erfolgt. Anker und Betätigungskolben können sowohl unmittelbar als auch mittelbar miteinander gekoppelt werden. Eine mittelbare Kopplung von Betätigungskolben und Anker ist beispielsweise dadurch möglich, daß der Betätigungskolben mit einer weiteren Komponente einer auch den Anker umfassenden Ankerbaugruppe gekoppelt wird. So kann der Betätigungskolben beispielsweise mit einem sich entgegen der Betätigungsrichtung erstreckenden, hülsenförmigen Fortsatz des Ankers gekoppelt werden.

[0013] Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist die Koppereinrichtung als Rasteinrichtung ausgestaltet, welche ein Koppeln von Anker und Betätigungskolben mittels einer Rastverbindung gestattet. Die Rasteinrichtung umfaßt vorzugsweise ein erstes Rastelement und ein dazu komplementäres, zweites Rastelement, welche zum Koppeln von Anker und Betätigungskolben zusammenwirken. Die Rastverbindung wird vorzugsweise durch Bewegen des ersten Rastelementes in radialer Richtung bezüglich einer Längsachse des Unterdruck-Bremskraftverstärkers ausgebildet und gelöst. Zweckmäßigerweise ist das erste Rastelement dabei in radialer Richtung, d. h. entweder radial nach innen oder radial nach außen vorgespannt.

[0014] Gemäß einer ersten Variante des ersten Ausführungsbeispiels ist das erste Rastelement als Schnapphaken oder Schnapping ausgebildet, welcher mit einem zweiten Rastelement beispielsweise in Gestalt einer Vertiefung oder Öffnung zusammenwirkt. Vorteilhafterweise ist der Schnapphaken am Ende des sich im wesentlichen in axialer Richtung erstreckenden Schwenkarmes angeordnet, so daß der Schnapphaken mittels einer Schwenkbewegung in radialer Richtung bewegbar ist.

[0015] Gemäß einer zweiten Variante des ersten Ausführungsbeispiels weist das erste Rastelement eine kugel- oder ringförmige Gestalt auf und wirkt mit einem zweiten Rastelement in Form einer Schräge derart zusammen, daß in Abhängigkeit von der axialen Position des ersten Rastelementes relativ zur Schräge der Anker mit dem Betätigungskolben gekoppelt oder die Kopplung gelöst ist.

[0016] Bei den beiden vorstehend geschilderten Varianten des ersten Ausführungsbeispiels können das erste Rastelement und das zweite Rastelement jeweils sowohl im Bereich des Ankers als auch im Bereich des Betätigungskolbens vorgesehen sein. Vorzugsweise ist jedoch das erste Rastelement im Bereich des Betätigungskolbens angeordnet und das zweite Rastelement in einem hülsenförmigen Fortsatz des Ankers ausgebildet.

[0017] Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist die Koppereinrichtung als Klemmeinrichtung ausgestaltet. Bei der zweiten Ausführungsform erfolgt das Koppeln des Ankers mit dem Betätigungskolben folglich durch eine Klemmverbindung.

[0018] Die Klemmeinrichtung kann ein Klemmelement umfassen, welches in der Lage ist, in radialer Richtung, d. h. bezüglich einer Längsachse des Unterdruck-Bremskraftverstärkers radial nach innen oder radial nach außen eine Klemmkraft zu erzeugen. Vorzugsweise besitzt das Klemmelement in Bezug auf axiale Relativbewegungen zwischen

Anker und Betätigungskolben in und entgegen der Betätigungsrichtung asymmetrische Klemmeigenschaften. Mit anderen Worten, je nach Richtung der axialen Relativbewegung zwischen Anker und Betätigungskolben wird vom Klemmelement eine unterschiedlich hohe Klemmkraft erzeugt. Zweckmäßigerweise ist das Klemmelement derart ausgebildet, daß es zumindest dann eine Klemmkraft erzeugt, wenn sich der Anker relativ zum Betätigungskolben entgegen der Betätigungsrichtung bewegt.

[0019] Gemäß einer ersten Variante der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform werden die asymmetrischen Klemmeigenschaften mittels einer mit dem Klemmelement zusammenwirkenden Schräge realisiert. So ist es möglich, das Klemmelement derart auszugestalten, daß es infolge einer Relativbewegung zwischen Anker und Betätigungskolben in axialer Richtung auf der Schräge abläuft und dadurch eine in radialer Richtung wirkende Klemmkraft erzeugt. Zweckmäßigerweise ist das Klemmelement als Wälzkörper, z. B. als Kugel oder Ring, ausgestaltet. Die Schräge kann sowohl im Bereich des Ankers, beispielsweise radial innen an einem hülsenförmigen Fortsatz des Ankers, ausgebildet sein, als auch im Bereich des Betätigungskolbens.

[0020] Gemäß einer zweiten Variante der zweiten Ausführungsform der Erfindung ist zur Realisierung von asymmetrischen Klemmeigenschaften ein sich schräg zur Längsachse des Bremskraftverstärkers erstreckender Klemmarm vorhanden, welcher vorzugsweise in radialer Richtung vorgespannt ist. Der Klemmarm ist vorzugsweise entweder mit dem Betätigungskolben oder mit dem Anker bzw. einer Komponente der Ankerbaugruppe starr verbunden und weist einen entweder den Anker bzw. die Ankerbaugruppe oder den Betätigungskolben unter Vorspannung kontaktierenden Endabschnitt auf. Die asymmetrischen Klemmeigenschaften des Klemmarms sind auf dessen Schrägstellung, d. h. die unter einem bestimmten Winkel erfolgende Krafteinleitung z. B. vom Anker in den Betätigungskolben oder umgekehrt zurückzuführen.

[0021] Sowohl bei der ersten als auch bei der zweiten Ausführungsform der Erfindung kann eine in axialer Richtung bewegliche Öffnungshülse vorgesehen sein, welche ein Lösen der Kopplung zwischen Anker und Betätigungskolben gestattet. Die Öffnungshülse ist vorzugsweise radial innen bezüglich eines sich entgegen der Betätigungsrichtung erstreckenden hülsenförmigen Fortsatzes des Ankers angeordnet und in axialer Richtung frei bezüglich des hülsenförmigen Fortsatzes beweglich. Das Lösen einer Rastkopplung zwischen Anker und Betätigungskolben kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß die Öffnungshülse mit mindestens einem von zwei komplementären Rastelementen derart zusammenwirkt, daß die Rastverbindung aufgehoben wird. Eine Klemmverbindung kann dadurch gelöst werden, daß die Öffnungshülse derart in axialer Richtung bezüglich eines vorgespannten Klemmarms bewegt wird, daß ein unter Vorspannung stehender Endabschnitt des Klemmarms in Anlage an die frei bewegliche Öffnungshülse gebracht wird.

[0022] Gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung ist die Koppereinrichtung als Abstützeinrichtung ausgebildet, welche zum Koppeln des Ankers mit dem Betätigungskolben ein Abstützen des Ankers entgegen der Betätigungsrichtung am Betätigungskolben gestattet. Vorzugsweise umfaßt die Abstützeinrichtung ein schwenkbares Abstützelement, welches zur Kopplung von Anker und Betätigungskolben in eine Abstützposition geschwenkt wird.

[0023] Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung der Koppereinrichtung kann am Betätigungskolben mindestens ein Anschlag ausgebildet sein, welcher dem Anker in Betätigungsrichtung vorgelagert ist und welcher entgegen der

Betätigungsrichtung mit dem Anker zusammenwirkt. Das Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten erfolgt dann nicht mehr wie im Stand der Technik mittels eines Riegels, sondern mittels des am Betätigungskolben ausgebildeten Anschlags. Der Riegel wird somit von seiner Funktion im Hinblick auf das Ablösen des Ankers vom Permanentmagneten entbunden, so daß sich die konstruktiven Anforderungen an den Riegel reduzieren. Der Riegel kann folglich zusätzliche Funktionen erfüllen oder im Extremfall sogar vollständig entfallen, ohne daß der Ablösevorgang des Ankers vom Permanentmagneten beeinträchtigt werden würde.

[0024] Vorzugsweise wirkt der am Betätigungskolben ausgebildete Anschlag unmittelbar mit dem Anker entgegen der Betätigungsrichtung zusammen. So kann der Anschlag beispielsweise mit einer Stirnfläche des Ankers zusammenwirken, welche der Unterdruckkammer des Bremskraftverstärkers zugewandt ist. Die mit dem Anschlag zusammenwirkende Stirnfläche des Ankers ist vorzugsweise nicht identisch mit derjenigen Stirnfläche des Ankers, welche in Anlage mit dem Permanentmagneten gelangt. Die mit dem Anschlag zusammenwirkende Stirnfläche des Ankers kann beispielsweise bezüglich der mit dem Permanentmagneten zusammenwirkenden Stirnfläche des Ankers axial in oder entgegen der Betätigungsrichtung versetzt angeordnet sein.

[0025] Zweckmäßigerweise weist der Unterdruck-Bremskraftverstärker einen Betätigungskolben auf, an welchem zum einen der vorstehend beschriebene Anschlag für den Anker ausgebildet ist und welcher zum anderen zusätzlich mit einem sich rechtwinkelig zur Längsachse des Betätigungskolbens erstreckenden Riegel gekoppelt ist. Der Riegel kann unterschiedliche Funktionen erfüllen. So ist es denkbar, mittels des Riegels die Beweglichkeit des Betätigungskolbens in axialer Richtung zu begrenzen. Zu diesem Zweck kann der Riegel mit einem Anschlag für den Riegel zusammenwirken, welcher beispielsweise am Gehäuse des Bremskraftverstärkers ausgebildet ist. Zweckmäßigerweise wird die Beweglichkeit des Betätigungskolbens zumindest entgegen der Betätigungsrichtung durch das Zusammenspiel des mit dem Betätigungskolben gekoppelten Riegels mit dem für den Riegel vorgesehenen Anschlag begrenzt.

[0026] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden mit weiteren Einzelheiten und Vorteilen anhand der beigefügten, schematischen Figuren näher erläutert. Es zeigen:

[0027] Fig. 1a-1d Längsschnitte durch das Steuerventil eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers;

[0028] Fig. 2 einen Längsschnitt durch das Steuerventil eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers in seiner Ausgangsstellung;

[0029] Fig. 3a-3d Längsschnitte durch das Steuerventil eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers;

[0030] Fig. 4 einen Längsschnitt durch das Steuerventil eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers in seiner Ausgangsstellung;

[0031] Fig. 5a und 5b Längsschnitte durch das Steuerventil eines fünften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers;

[0032] Fig. 6a und 6b Längsschnitte durch das Steuerventil eines sechsten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers;

[0033] Fig. 7-9 Längsschnitte durch das Steuerventil eines siebten, achten und neunten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers in seiner Ausgangsstellung;

[0034] Fig. 10 einen Längsschnitt durch das Steuerventil eines zehnten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers in einer Betriebsstellung; und

[0035] Fig. 11a und 11b Längsschnitte durch das Steuerventil eines elften Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers.

[0036] In Fig. 1a ist ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 mit einem Gehäuse 12 gezeigt, in dem eine bewegliche Wand 14 eine Unterdruckkammer 16 druckdicht von einer Arbeitskammer 18 trennt.

[0037] Die Unterdruckkammer 16 steht im Betrieb des Bremskraftverstärkers 10 ständig mit einer Unterdruckquelle in Verbindung, beispielsweise mit dem Ansaugtrakt eines Verbrennungsmotors oder mit einer Unterdruckpumpe. Ein Steuerventil 20 mit einem Gehäuse 22 kann wahlweise die Arbeitskammer 18 mit der Unterdruckkammer 16 verbinden, um die Arbeitskammer 18 zu evakuieren, oder die evakuierte Arbeitskammer 18 mit der Umgebungsatmosphäre, d. h. dem Umgebungsdruck, oder mit Überdruck verbinden, um eine Druckdifferenz an der beweglichen Wand 14 zu erzeugen. Die bewegliche Wand 14 ist kraftübertragend mit dem Steuerventilgehäuse 22 gekoppelt.

[0038] Der Bremskraftverstärker 10 wird mittels eines stangenförmigen, von einer Feder 24 in seine Ausgangsstellung vorgespannten Eingangsgliedes 26 betätigt, das längs einer Achse A in das Steuerventilgehäuse 22 ragt und mit seinem einen, kugelig ausgeführten Ende mittels nicht dargestellter Befestigungsmittel in einem Betätigungskolben 28 befestigt ist.

[0039] Das dem kugelig ausgeführten Ende des Eingangsgliedes 26 gegenüberliegende Ende des Betätigungskolbens 28 steht in Kontakt mit einer Fühlscheibe 30, die eine über das Eingangsglied 26 in den Bremskraftverstärker 10 eingeleitete Betätigungskraft über eine Reaktionsscheibe 32 aus Elastomermaterial auf einen Reaktionskolben 34 eines dem Bremskraftverstärker 10 funktionell nachgeschalteten, hier nicht gezeigten Hauptzylinders einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage überträgt.

[0040] Der Betätigungskolben 28 durchsetzt einen konzentrisch zu ihm angeordneten, kreisringförmigen Anker 36 und einen ebenfalls konzentrisch zum Betätigungskolben 28 angeordneten, ringförmigen Permanentmagneten 38, der in einem topfförmigen Bauteil 40 aufgenommen ist. Der Permanentmagnet 38 und das topfförmige Bauteil 40 sind in axialer Richtung beweglich innerhalb des Steuerventilgehäuses 22 geführt. Zu diesem Zweck ist eine Schraubverbindung zwischen dem topfförmigen Bauteil 40 und einer in das Innere des topfförmigen Bauteils 40 ragenden Fesselungshülse 42 vorgesehen. Die Fesselungshülse 42 wird von einem Einsatz 44, welcher ein der Unterdruckkammer 16 zugewandtes Ende des Steuerventilgehäuses 22 abschließt, entgegen der Betätigungsrichtung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 gegen einen dem Steuerventilgehäuse 22 ausgebildeten Anschlag 46 gedrückt, wobei zwischen dem Einsatz 44 und der Fesselungshülse 42 zusätzlich ein elastisches Element 45 aus einem Elastomermaterial angeordnet ist.

[0041] Der in Fig. 1a dargestellte Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 umfaßt eine Ankerbaugruppe, welche sich aus dem kreisringförmigen Anker 36 und einem starr mit dem Anker 36 gekoppelten, sich entgegen der Betätigungsrichtung erstreckenden hülsenförmigen Fortsatz 48 zusammensetzt. Wie Fig. 1a entnommen werden kann, besitzt der kreisringförmige Anker 36 radial innen einen sich entgegen der Betätigungsrichtung erstreckenden Hals 50. An seinem

dem Eingangsglied 26 zugewandten Ende mündet der Hals 50 in einen sich radial nach innen erstreckenden Ringbund 52, dessen der Unterdruckkammer 16 zugewandte Stirnfläche mit einer Rückstellfeder 58 zusammenwirkt. Die unter Vorspannung stehende Rückstellfeder 58 stützt sich mit ihrem der Unterdruckkammer 16 zugewandten Ende am Einsatz 44 des Steuerventils 20 ab und mit ihrem dem Eingangsglied 26 zugewandten Ende am Ringbund 52 des Ankers 36. Von der Rückstellfeder 58 wird der Anker 36 entgegen der Betätigungsrichtung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 gegen einen am Betätigungskolben 28 ausgebildeten und in Betätigungsrichtung mit dem Anker 36 zusammenwirkenden Anschlag 53 vorgespannt.

[0042] Dem Anschlag 53 für den Anker 36 in Betätigungsrichtung vorgelagert ist ein weiterer Anschlag 70 am Betätigungskolben 28 ausgebildet, welcher entgegen der Betätigungsrichtung mit dem Anker 36 zusammenwirkt. Dieser weitere Anschlag ist als Ring 70 ausgebildet, welcher in axialer Richtung unbeweglich innerhalb einer radial außen am Betätigungskolben 28 ausgebildeten, umlaufenden Aufnahme 72 angeordnet ist.

[0043] Ein sich senkrecht zur Längsachse A des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 erstreckender Riegel 80 ist in axialer Richtung verschieblich innerhalb einer weiteren radial außen am Betätigungskolben 28 ausgebildeten Aufnahme 82 geführt. Von den beiden dem Riegel 80 zugewandten Stirnflächen der Aufnahme 82 wird die Beweglichkeit des Riegels 80 relativ zum Betätigungskolben 28 in und entgegen der Betätigungsrichtung begrenzt. Der Riegel 80 erstreckt sich in radialer Richtung durch eine Öffnung des hülsenförmigen Fortsatzes 48.

[0044] In der in Fig. 1a dargestellten Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ist der Riegel 80 entgegen der Betätigungsrichtung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 gegen einen am Steuerventilgehäuse 12 ausgebildeten Anschlag 84 vorgespannt. Die Vorspannung wird von den Rückstellfedern 58 und 24 erzeugt.

[0045] Der in Fig. 1a dargestellte Unterdruck-Bremskraftverstärker umfaßt weiterhin eine als Rasteinrichtung ausgebildete Koppeleinrichtung 90, welche es gestattet, den Anker 36 entgegen der Betätigungsrichtung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 mit dem Betätigungskolben 28 zu koppeln. Die Koppeleinrichtung 90 besitzt eine radial außen auf dem Betätigungskolben 28 angeordnete und mit dem Betätigungskolben 28 starr gekoppelte Hülse 92, welche eine Mehrzahl von radial nach außen abstehenden und radial nach außen vorgespannten Schwenkarmen 94 aufweist, sowie eine Öffnungshülse 96 und eine Mehrzahl von im hülsenförmigen Fortsatz 48 vorgesehenen Öffnungen 98. Als erste Rastelemente fungieren die als Schnapphaken 99 ausgebildeten äußeren Enden der Schwenkarme 94, welche zum Ausbilden einer Rastverbindung mit zweiten Rastelementen in Gestalt der im hülsenförmigen Fortsatz 48 ausgebildeten Öffnungen 98 zusammenwirken.

[0046] Die Öffnungshülse 96 ist radial innen bezüglich des hülsenförmigen Fortsatzes 48 angeordnet und in axialer Richtung relativ zum hülsenförmigen Fortsatz 48 verschieblich. In der in Fig. 1a dargestellten Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 werden die Öffnungen 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 von der Öffnungshülse 96 abgedeckt. In der Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 wird die Öffnungshülse 96 von den Schnapphaken 99 entgegen der Betätigungsrichtung vorgespannt. Ebenso wie der hülsenförmige Fortsatz 48 besitzt auch die Öffnungshülse 96 eine Öffnung 100, durch welche sich der Riegel 80 erstreckt.

[0047] Am freien Ende des mit dem Anker 36 gekoppelten, hülsenförmigen Fortsatzes 48 ist ein erster, ringförmiger

Ventilsitz 54 des Steuerventils 20 ausgebildet. Der erste Ventilsitz 54 wirkt mit einem über eine Feder 60 gegen ihn vorgespannten, ebenfalls ringförmigen Ventildichtglied 56 zusammen und kann die Verbindung zwischen der Umgebungsatmosphäre und der Arbeitskammer 18 des Bremskraftverstärkers 10 steuern. Radial außerhalb des ersten Ventilsitzes 54 und konzentrisch zu diesem ist innen am Steuerventilgehäuse 22 ein zweiter ringförmiger Ventilsitz 62 des Steuerventils 20 ausgebildet, der ebenfalls mit dem Ventildichtglied 56 zusammenwirkt und der die Verbindung zwischen der Unterdruckkammer 16 und der Arbeitskammer 18 des Bremskraftverstärkers 10 steuern kann.

[0048] Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1b bis 1d die Funktionsweise des in Fig. 1a in seiner Ausgangsstellung dargestellten Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 erläutert.

[0049] Bei einer normalen Betätigung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 wird, wie in Fig. 1b dargestellt, das Eingangsglied 26 und der mit dem Eingangsglied 26 in Betätigungsrichtung gekoppelte Betätigungskolben 28 in Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 1b nach links verschoben. Die Verschiebung des Betätigungskolbens 28 in Betätigungsrichtung überträgt sich über den Anschlag 53 auf den Anker 36 sowie auf den mit dem Anker 36 gekoppelten hülsenförmigen Fortsatz 48 und den am freien Ende des hülsenförmigen Fortsatzes 48 ausgebildeten Ventilsitz 54. Der Ventilsitz 54 wird vom Ventildichtglied 56 abgehoben und Umgebungsatmosphäre kann in die Arbeitskammer 18 einströmen, wodurch sich eine entsprechende Unterstützungskraft des Bremskraftverstärkers 10 ergibt, die aus der aktuell an der beweglichen Wand 14 wirkenden Druckdifferenz resultiert. Die Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 mit vom Ventildichtglied 56 abgehobenen Ventilsitz 54 ist in Fig. 1b dargestellt.

[0050] Infolge des Verschiebens des Betätigungskolbens 28 in Betätigungsrichtung verschiebt sich auch die Hülse 92 mit den radial nach außen weisenden Schwenkarmen 94, welche mit dem Betätigungskolben 28 starr gekoppelt ist, in Betätigungsrichtung. Die Schwenkarme 94 der Hülse 92 wirken mit ihren radial äußeren Abschnitten, d. h. den Schnapphaken 99 dabei derart mit der Öffnungshülse 96 zusammen, daß die Öffnungshülse 96 relativ zum Betätigungskolben 28 entgegen der Betätigungsrichtung verschoben wird. Von dieser Verschiebung der Öffnungshülse 96 entgegen der Betätigungsrichtung wird auch der sich durch die Öffnung 100 der Öffnungshülse 96 erstreckende Riegel 80 erfaßt. Der Riegel 80 wird folglich von der die Öffnung 100 begrenzenden und dem Eingangsglied 26 zugewandten Stirnseite 102 der Öffnungshülse 96 entgegen der Betätigungsrichtung verschoben. Der Riegel 80 wird solange relativ zum Betätigungskolben 28 verschoben, bis das durch die Aufnahme 82 vorgegebene axiale Spiel des Riegels 80 nahezu aufgebraucht ist.

[0051] In Fig. 1b ist die Funktionsstellung des erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 bei einer Normalbremsung dargestellt. Bei einer schnell und mit relativ großem Hub erfolgten Betätigung des Eingangsgliedes 26, wie sie typisch für eine Notbremsung ist, ergibt sich die in Fig. 1c dargestellte Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10. Bei einer Notbremsung nähert sich der Anker 36 dem Permanentmagneten 38 soweit an, daß die Kraft der Rückstellfeder 58 nicht mehr dazu ausreicht, den Anker 36 vom Permanentmagneten 38 fernzuhalten. Es überwiegt dann die vom Permanentmagneten 38 auf den Anker 36 ausgeübte Kraft. Letzterer entkoppelt daher vom Eingangsglied 26 und gerät in Anlage mit dem Permanentmagneten 38. Der erste Ventilsitz 54 ist damit maximal geöffnet und es strömt Umgebungsluft in die Arbeitskammer

mer 18 ein, bis der maximal mögliche Differenzdruck an der beweglichen Wand 14 und damit die maximal mögliche Verstärkungskraft des Bremskraftverstärkers 10 erreicht ist.

[0052] Infolge der Kopplung des Ankers 36 mit dem Permanentmagneten 38 verschiebt sich der hülsenförmige Fortsatz 48 relativ zum Betätigungskolben 28 und relativ zur Öffnungshülse 96, welche von den Schnapphaken 99 zurückgehalten wird, in Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 1c nach links. Wird nach dem Koppeln von Anker 36 und Permanentmagnet 38 die vom Fahrer aufgebrauchte Betätigungskraft reduziert, verschiebt sich der Betätigungskolben 28 entgegen der Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 1c nach rechts. Wie in Fig. 1c gezeigt entkoppelt der Betätigungskolben dabei von der Fühlscheibe 30, und die Schnapphaken 99 können in die Öffnungen 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 einrasten. Die Ankerbaugruppe und folglich auch der Anker 36 sind somit noch vor dem Ablösen des Ankers 36 vom Permanentmagneten 38 mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelt.

[0053] Der Anschlagring 70 gelangt infolge der Verschiebung des Betätigungskolbens 28 entgegen der Betätigungsrichtung in Anlage an die der Unterdruckkammer 16 zugewandte Stirnfläche des Ringbunds 52 des Ankers 36, so daß die entgegen der Betätigungsrichtung auf den Betätigungskolben 28 wirkenden Kräfte mittels des Anschlagrings 70 in den Anker 36 eingeleitet werden. Die vom Betätigungskolben 28 entgegen der Betätigungsrichtung in den Anker 36 eingeleiteten Kräfte reichen schließlich aus, um die Kopplung zwischen Permanentmagnet 38 und Anker 36 zu lösen und den Anker 36 vom Permanentmagnet 38 abzureißen.

[0054] Infolge der aktivierten Koppereinrichtung 90, also infolge des Eingreifens der Rasthaken 99 in die Öffnungen 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48, kann sich die den Anker 36 umfassende Ankerbaugruppe nach dem Abreißen des Ankers 36 vom Permanentmagneten 38 nicht mehr relativ zum Betätigungskolben 28 verschieben. Damit ist folglich ausgeschlossen, daß die Ankerbaugruppe nach dem Abreißen des Ankers 36 vom Permanentmagneten 38 unkontrolliert Geschwindigkeit aufnimmt.

[0055] Die Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 nach dem Abreißen des Ankers 36 vom Permanentmagneten 38 bei gleichzeitiger Kopplung des hülsenförmigen Fortsatzes 48 und damit des Ankers 36 mit dem Betätigungskolben 28 ist in Fig. 1d dargestellt.

[0056] Erst nach vollständiger Freigabe des Bremspedals läuft der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 aus der in Fig. 1d dargestellten Betriebsstellung wieder in seine in Fig. 1a dargestellte Ausgangsstellung zurück. Während des Zurücklaufens wird der Riegel 80 am Anschlag 84 zurückgehalten. Infolge dieses Zusammenwirkens zwischen dem Anschlag 84 und dem Riegel 80 wird der Riegel 80 innerhalb der Aufnahmenut 82 des Betätigungskolbens 28 in Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 1d nach links verschoben, bis der Riegel 80 wieder in Anlage an die dem Eingangsglied 26 zugewandten Stirnfläche der Aufnahmenut 82 gelangt und das axiale Spiel des Riegels 80 innerhalb der Aufnahmenut 82 aufgebraucht ist.

[0057] Die axiale Verschiebung des Riegels 80 innerhalb der Nut 82 relativ zum Betätigungskolben 28 wird auf die Öffnungshülse 96 übertragen, deren dem Eingangsglied 26 zugewandte und die Öffnung 100 begrenzende Stirnseite 102 nach wie vor am Riegel 80 anliegt. Die Öffnungshülse 96 verschiebt sich infolgedessen relativ zum hülsenförmigen Fortsatz 48 und zum Betätigungskolben 28 in Betätigungsrichtung. Von der Öffnungshülse 96 werden daher die Schnapphaken 99 aus den Öffnungen 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 gedrängt und die Kopplung zwischen dem Betätigungskolben 28 und dem hülsenförmigen Fortsatz 48

und damit auch dem Anker 36 aufgehoben. Dies entspricht der in Fig. 1a dargestellten Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10.

[0058] In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Das zweite Ausführungsbeispiel stimmt in Funktion und Aufbau im wesentlichen mit dem ersten Ausführungsbeispiel überein. Die Koppereinrichtung 90 ist wie beim ersten Ausführungsbeispiel als Rasteinrichtung ausgestaltet, wobei zur Ausbildung einer Rastverbindung zwischen dem Betätigungskolben 28 und dem hülsenförmigen Fortsatz 48 des Ankers 36 ein Schnapphaken 99 in eine im hülsenförmigen Fortsatz 48 vorgesehene Öffnung 98 einrastet. Wie beim ersten Ausführungsbeispiel wird der radial nach außen vorgespannte Schnapphaken 99 von einem radial äußeren Ende eines Schwenkarms 94 gebildet, welcher einstückig mit einer starr mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelten Hülse 92 ausgestaltet ist.

[0059] Abweichend vom ersten Ausführungsbeispiel ist der Riegel 80 in axialer Richtung unverschieblich mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelt. Außerdem wurde auf die Öffnungshülse verzichtet, welche beim ersten Ausführungsbeispiel zum Lösen des Schnapphakens 99 aus der Öffnung 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 vorgesehen ist. Beim zweiten Ausführungsbeispiel erfolgt das Lösen der Rastverbindung zwischen dem Schnapphaken 99 und der Öffnung 98 bei einem Rückhub des Eingangsglieds 26 durch den auf den Betätigungskolben 28 wirkenden und von den Rückstellfedern 24 und 58 erzeugten Kraftüberschuß. Die Rückstellfedern 24 und 58 sind derart dimensioniert, daß die von ihnen aufgebrauchten Federkräfte ausreichen, um im Anschluß an einen Rückhub des Eingangsglieds 26 die Schnapphaken 99 aus den Öffnungen 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 zu drängen.

[0060] In den Fig. 3a bis 3b ist ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 in verschiedenen Betriebsstellungen dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel stimmt in Funktion und Aufbau im wesentlichen mit den Unterdruck-Bremskraftverstärkern der ersten beiden Ausführungsbeispiele überein.

[0061] Die Koppereinrichtung 90 ist beim dritten Ausführungsbeispiel wiederum als Rasteinrichtung ausgestaltet und umfaßt ein erstes Rastelement in Gestalt eines Schnapphakens 99, der am Ende eines sich im wesentlichen in axialer Richtung erstreckenden Schwenkarms 94 ausgebildet ist, sowie ein komplementäres, zweites Rastelement in Gestalt einer im hülsenförmigen Fortsatz 48 vorgesehenen Öffnung 98.

[0062] Abweichend von den ersten beiden Ausführungsbeispielen rastet der Schnapphaken 99 bezüglich des hülsenförmigen Fortsatzes 48 nicht radial von innen, sondern radial von außen in die Öffnung 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 ein. Außerdem ist der Schwenkarm 94 nicht an einer mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelten Hülse befestigt, sondern einstückig mit einem im wesentlichen senkrecht zum Schwenkarm 94 verlaufenden Anschlagkörper 110 ausgestaltet. Der Anschlagkörper 110 ist auf einer dem Eingangsglied 26 zugewandten Oberfläche eines sich senkrecht zur Längsachse des Betätigungskolbens 98 erstreckenden Federblechs 112 angeordnet ist. Das Federblech 112 ist in der Mitte zwischen zwei Schenkeln des Riegels 80 befestigt und ebenso wie der Riegel 80 starr mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelt.

[0063] In der in Fig. 3a dargestellten Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ist das unter Vorspannung stehende Federblech 112 zusammen mit dem Riegel 80 derart in eine Nut 82 des Betätigungskolbens 28 ein-

gespannt, daß das Federblech 112 nach einer Trennung des Anschlagskörpers 110 von einem im Gehäuse 12 des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ausgebildeten Anschlag 84 eine Schwenkbewegung entgegen der Betätigungsrichtung ausführen kann. In Fig. 3a wird diese Schwenkbewegung aufgrund der Anlage des Schnapphakens 99 an einer radial äußeren Oberfläche des hülsenförmigen Fortsatzes 48 noch unterbunden.

[0064] Nach einer Notbremsung ergibt sich die in Fig. 3b dargestellte Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10, in welcher der Anker 36 in Anlage an den Permanentmagneten 38 gelangt ist. Das Steuerventilgehäuse 22 verschiebt sich bezüglich des Gehäuses 12 des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 in Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 3b nach links. Der Anschlagskörper 110 des Federblechs 112 löst sich daraufhin vom im Gehäuse 12 des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ausgebildeten Anschlag 84 und der Schwenkarm 94 spannt den Schnapphaken 99 weiterhin gegen eine radial äußere Oberfläche des hülsenförmigen Fortsatzes 48.

[0065] Wird vom Fahrer die Notbremsung durch Zurücknahme des Bremspedals beendet, verschiebt sich das Eingangsglied 26 relativ zum hülsenförmigen Fortsatz 48 entgegen der Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 3b nach rechts. Infolge des Rückhubs des Eingangsglieds 26 verschiebt sich aufgrund Rückstellkräfte der Rückstellfedern 24 und 58 auch der Betätigungskolben 28 und der starr mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelte Schwenkarm 94 relativ zum Anker 36 und zum hülsenförmigen Fortsatz 48 entgegen der Betätigungsrichtung. Dabei kommt es zu der in Fig. 3c dargestellten Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10, in welcher der am Schwenkarm 94 ausgebildete Schnapphaken 99 in die Öffnung 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 einrastet und der Anker 36 entgegen der Betätigungsrichtung mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelt ist. Infolge dieser Kopplung kann sich der Anker 36 auch nach dem Ablösen vom Permanentmagneten 38, wie in Fig. 3c dargestellt, nicht mehr relativ zum Betätigungskolben 28 verschieben. Ein unerwünschter Aufprall des Ankers 36 gegen den am Betätigungskolben 98 ausgebildeten Anschlag 53 für den Anker 36 läßt sich somit vermeiden. Weiterhin ist ausgeschlossen, daß der hülsenförmige Fortsatz 48 des Ankers 36 in unkontrollierter Weise gegen das Ventildichtglied 56 prallt. Vielmehr kann erst nach einem dosierten Rückhub des Eingangsglieds 26 der am hülsenförmigen Fortsatz 48 ausgebildete Ventilsitz 54 gegen das Ventildichtglied 56 anlaufen, das Ventildichtglied 56 entgegen der Betätigungsrichtung verschieben und den Ventilsitz 62 zur Reduzierung der Druckdifferenz an der beweglichen Wand 14 öffnen.

[0066] Nach dem Abbau der Druckdifferenz an der beweglichen Wand 14 infolge des Rückhubs des Eingangsglieds 26 laufen die bewegliche Wand 14 sowie das starr mit der beweglichen Wand 14 gekoppelte Steuerventilgehäuse 22 entgegen der Betätigungsrichtung in die in Fig. 3a dargestellte Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 zurück. Vorher kommt es jedoch zu der in Fig. 3d dargestellten Betriebsstellung, in welcher der Anschlagskörper 110 in Anlage an den im Gehäuse 12 des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ausgebildeten Anschlag 84 gelangt. Bei einer weiteren Verschiebung des Betätigungskolbens 28 entgegen der Betätigungsrichtung wird nun der starr mit dem Anschlagskörper 110 gekoppelte Schwenkarm 94 radial nach außen geschwenkt. Aufgrund dieser Schwenkbewegung des Schwenkarms 94 bewegt sich auch der einstückig mit dem Schwenkarm 94 ausgebildete Schnapphaken 99 radial nach außen und wird aus der Öffnung 98 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 herausgezogen. Die Kopplung zwischen Betätigungskolben 28 und Anker 36 wird

folglich aufgehoben. Daraufhin wird der hülsenförmige Fortsatz 48 über das Ventildichtglied 56 gegen die Rückstellfeder 120 verschoben, bis der Anker 36 in Anlage an den am Betätigungskolben 28 ausgebildeten Anschlag 53 gelangt. Dies entspricht der in Fig. 3a dargestellten Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10.

[0067] In Fig. 4 ist ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 in einer Betriebsstellung gemäß Fig. 3c dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel stimmt im wesentlichen mit dem Unterdruck-Bremskraftverstärker des dritten Ausführungsbeispiels überein. Abweichend vom dritten Ausführungsbeispiel ist der Federarm 94 mit dem daran angeordneten Schnapphaken 99 und die Auflage 110 aus einem einzigen Blechteil geformt. Im Gegensatz zum dritten Ausführungsbeispiel kann daher auf das Vorsehen eines zusätzlichen Federblechs verzichtet werden.

[0068] Die Unterdruck-Bremskraftverstärker gemäß dem dritten und dem vierten Ausführungsbeispiel können derart abgewandelt werden, daß, wie beim ersten Ausführungsbeispiel, am Betätigungskolben 28 ein dem Anker 36 vorgelagerter und am Betätigungskolben 28 ausgebildeter Anschlag zum Ablösen des Ankers 36 vom Permanentmagneten 38 vorgesehen ist.

[0069] In den Fig. 5a und 5b ist ein fünftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Bremskraftverstärkers 10 in einer Ausgangsstellung sowie in einer Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel ähnelt in Aufbau und Funktionsweise den Unterdruck-Bremskraftverstärkern gemäß den vorhergehenden Ausführungsbeispielen.

[0070] Wie bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ist die Koppeleinrichtung 90 als Rastvorrichtung ausgebildet. Die Koppelvorrichtung 90 umfaßt ein erstes Rastelement in Gestalt eines Spreizringes 122 sowie ein komplementäres, zweites Rastelement in Gestalt einer im zylindrischen Fortsatz 48 ausgebildeten Schräge 124. Der Spreizring 122 ist axial unverschieblich in einer im Betätigungskolben 28 ausgebildeten, umlaufenden Ringnut 126 angeordnet und radial nach außen gegen eine radial innere Oberfläche des hülsenförmigen Fortsatzes 48 vorgespannt.

[0071] In der in Fig. 5a dargestellten Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 kontaktiert der Spreizring 122 einen der Schräge 124 in Betätigungsrichtung nachfolgenden, zylindrischen Abschnitt 128 des hülsenförmigen Fortsatzes 48, welcher einen geringeren Innendurchmesser aufweist als derjenige zylindrische Abschnitt 130, welcher der Schräge 124 in Betätigungsrichtung vorausgeht.

[0072] Im Fall einer Notbremsung ergibt sich die in Fig. 5b dargestellte Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10, in welcher sich der Anker 36 in Anlage mit dem Permanentmagneten 38 befindet. Infolge der mit der Kopplung des Ankers 36 mit dem Permanentmagneten 38 einhergehenden Verschiebung des hülsenförmigen Fortsatzes 48 verschiebt sich die Schräge 124 soweit in Betätigungsrichtung, daß der Spreizring 122 sich im Bereich der Schräge 124 radial nach außen aufweiten kann. Die Aufweitung des Spreizrings 122 im Bereich der Schräge 124 bewirkt eine Kopplung des hülsenförmigen Fortsatzes 48 und damit auch des Ankers 36 mit dem Betätigungskolben 28, so daß eine Verschiebung des hülsenförmigen Fortsatzes 48 relativ zum Betätigungskolben 28 ausgeschlossen ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die nach dem Ablösen des Ankers 36 vom Permanentmagneten auf den Anker 36 entgegen der Betätigungsrichtung wirkenden Axialkräfte nicht

ausreichen, um den Spreizring 122 mittels der Schräge 124 in die Ringnut 126 zurückzupressen.

[0073] Erst nach einer Rücknahme des Bremspedals und einem damit einhergehenden Rückhub des Fingangsglieds 26 kann der Spreizring 122 mittels der in den hülsenförmigen Fortsatz 48 eingeleiteten Rückstellfederkräfte soweit von der Schräge 124 komprimiert werden, daß der Durchmesser des Spreizrings 122 dem Innendurchmesser des der Schräge 124 in Betätigungsrichtung nachfolgenden zylindrischen Abschnitts 128 des hülsenförmigen Fortsatzes 48 entspricht und sich die in Fig. 5a dargestellte Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ergibt.

[0074] In den Fig. 6a und 6b ist ein sechstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem in den Fig. 6a und 6b dargestellten Ausführungsbeispiel stimmt in Aufbau und Funktion im wesentlichen mit den Unterdruck-Bremskraftverstärkern der vorhergehenden Ausführungsbeispiele überein.

[0075] Auch der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel umfaßt eine Koppereinrichtung 90 in Gestalt einer Rasteinrichtung. Die Rasteinrichtung setzt sich aus einem ersten Rastelement in Gestalt einer Federrings 132 sowie einem komplementären, zweiten Rastelement in Gestalt einer als Nut ausgebildeten Vertiefung 134 zusammen. Der Federring 132 ist an einer dem Eingangsglied 26 zugewandten Stirnfläche 136 des Ankers 36 befestigt und besitzt einen als Schnapppring 138 ausgebildeten, radial inneren Abschnitt, welcher zum Eingriff in die am Betätigungskolben 28 ausgebildete Vertiefung 134 ausgestaltet ist.

[0076] In Fig. 6a ist die Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 bei einer Notbremsung dargestellt. Infolge der Notbremsung wurde der Anker 36 in Anlage an den Permanentmagneten 38 gezogen. Dabei ist der Schnapppring 138 aus der Vertiefung 134 herausgesprungen. Beendet der Fahrer nun die Notbremsung, so wird der Anker 36 vom Permanentmagneten 38 abgerissen. Der Anker 36 bewegt sich daraufhin soweit entgegen der Betätigungsrichtung, bis er in Anlage an den am Betätigungskolben 28 ausgebildeten Anschlag 53 gelangt (Fig. 1b). Bevor der Anker 36 jedoch in Anlage an den Anschlag 53 gelangen kann, muß für eine für das Einrasten des Schnappsprings 138 in die Vertiefung 134 erforderliche Aufdehnung des Schnappsprings 138 Verformungsarbeit geleistet werden. Die Verformungsarbeit wird von dem nach dem Abreißen entgegen der Betätigungsrichtung beschleunigten Anker 36 geleistet, wodurch der Aufprall des Ankers 36 gegen den Anschlag 53 gedämpft wird.

[0077] In Fig. 7 ist ein siebtes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker gemäß Fig. 7 entspricht in Aufbau und Funktion im wesentlichen den vorhergehenden Ausführungsbeispielen. Abweichend von den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ist die Koppereinrichtung 90 jedoch nicht als Rasteinrichtung, sondern als Klemmeinrichtung ausgestaltet. Die Klemmeinrichtung 90 umfaßt eine starr mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelte und radial außen am Betätigungskolben 28 befestigte Hülse 140, welche einstückig mit einer Mehrzahl von Klemmelementen 142 in Gestalt von radial nach außen abstehenden Klemmarmen 142 ausgebildet ist. Die Klemmarmen 142 liegen unter Vorspannung radial innen am hülsenförmigen Fortsatz 48 an. Die Klemmarme 142 erzeugen folglich eine Klemmkraft radial nach außen.

[0078] Die Klemmarme 142 münden schräg in den hülsenförmigen Fortsatz 48. Mit dieser Schrägstellung der Klemmarme 142 sind asymmetrische Klemmeigenschaften

verbunden. Während die Klemmkraft der Klemmarme 142 bei einer Bewegung des hülsenförmigen Fortsatzes 48 relativ zum Betätigungskolben in Betätigungsrichtung relativ gering ist, erzeugen die Klemmarme 142 bei einer Verschiebung des hülsenförmigen Fortsatzes 48 in die entgegengesetzte Richtung eine relativ hohe Klemmkraft.

[0079] Die von den Klemmarmen 142 erzeugten asymmetrischen Klemmkräfte sind derart dimensioniert, daß bei einer Notbremsung der Anker 36 vom Betätigungskolben 28 entkoppeln und in Anlage an den Permanentmagneten 38 gelangen kann, die Klemmkräfte andererseits aber nach dem Abreißen des Ankers 36 vom Permanentmagneten 38 ausreichen, um eine Verschiebung des Ankers 36 relativ zum Betätigungskolben 28 entgegen der Betätigungsrichtung und insbesondere einen Aufprall des Ankers 36 gegen den am Betätigungskolben 28 ausgebildeten Anschlag 53 stark zu dämpfen.

[0080] In Fig. 8 ist ein achttes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker gemäß Fig. 8 stimmt in Funktion und Aufbau im wesentlichen mit dem Unterdruck-Bremskraftverstärker des siebten Ausführungsbeispiels überein. Die Koppereinrichtung 90 ist wie beim siebten Ausführungsbeispiel als Klemmeinrichtung mit einer Mehrzahl von Klemmarmen 142 ausgebildet.

[0081] Abweichend vom siebten Ausführungsbeispiel umfaßt die Klemmeinrichtung 90 gemäß dem achten Ausführungsbeispiel jedoch zusätzlich eine Öffnungshülse 96 mit der aus dem ersten Ausführungsbeispiel bekannten Funktionalität. Die Öffnungshülse 96 gestattet es, die Koppelung der radial nach außen vorgespannten Arme 142 mit dem hülsenförmigen Fortsatz 48 nach dem vollständigen Lösen der Fahrzeugbremse aufzuheben.

[0082] In Fig. 9 ist ein neuntes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel stimmt in Aufbau und Funktion im wesentlichen mit dem Unterdruck-Bremskraftverstärker des siebten Ausführungsbeispiels überein.

[0083] Wie bei siebten Ausführungsbeispiel ist die Koppereinrichtung 90 als Klemmeinrichtung ausgestaltet. Die Klemmeinrichtung 90 ist nach Art eines Freilaufs ausgebildet und umfaßt einen auf den Betätigungskolben 28 aufgeschraubten Trägerring 150. Im Trägerring 150 ist eine Ringnut 152 mit einem konischen Grund ausgebildet. Vom konischen Grund der Ringnut 152 wird folglich eine Schräge 154 definiert.

[0084] Ein Klemmelement in Gestalt eines als Kugel ausgebildeten Wälzkörpers 156 wirkt mit der Schräge 154 zur Erzeugung einer radial nach außen wirkenden Klemmkraft wie folgt zusammen. Bei einer Relativbewegung zwischen dem hülsenförmigen Fortsatz 48 und dem Betätigungskolben 28 wird der die Schräge 154 und die radiale innere Oberfläche des hülsenförmigen Fortsatzes 48 kontaktierende Wälzkörper 156 aufgrund der Reibung zwischen den Komponenten der Koppereinrichtung 90 mitgenommen. Der Wälzkörper 156 läuft bei einer Bewegung des hülsenförmigen Fortsatzes 48 relativ zum Betätigungskolben 28 entgegen der Betätigungsrichtung, d. h. nach dem Abreißen des Ankers 36 vom Permanentmagneten 38, die Schräge 154 nach oben. Dies führt zu einer Verschiebung des Wälzkörpers 156 radial nach außen und zu einem Verkleben von Ankerhülse 48, Wälzkörper 156 und hülsenförmigem Fortsatz 48. Der Anker 36 ist folglich relativ zum Betätigungskolben 28 entgegen der Betätigungsrichtung mit diesem gekoppelt.

[0085] Eine entgegengesetzte Relativbewegung zwischen hülsenförmigem Fortsatz 48 und Betätigungskolben 28 hin-

gegen bewirkt ein Entkoppeln von Anker 36 und Betätigungskolben 28, da der Wälzkörper 156 die Schräge 154 nach unten läuft und sich die in radialer Richtung wirkende Klemmkraft zwischen Betätigungskolben 28 und hülsenförmigem Fortsatz 48 reduziert.

[0086] In Fig. 10 ist ein zehntes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel stimmt in Funktion und Aufbau im wesentlichen mit dem Unterdruck-Bremskraftverstärker des neunten Ausführungsbeispiels überein. Abweichend vom neunten Ausführungsbeispiel umfaßt die als Klemmeinrichtung ausgebildete Koppeleinrichtung 90 jedoch keinen massiven Trägerring, sondern aus Kostengründen ein innerhalb einer Nut 152 des Betätigungskolbens 28 angeordnetes, gebogenes Blechteil 158, welches eine Schräge 154 definiert. Der Wälzkörper 156 stimmt mit dem Wälzkörper des neunten Ausführungsbeispiels überein.

[0087] In den Fig. 11a und 11b ist ein elftes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 dargestellt. Der Unterdruck-Bremskraftverstärker 10 gemäß dem elften Ausführungsbeispiel ähnelt in der Funktion und Aufbau den Unterdruck-Bremskraftverstärker der vorhergehenden Ausführungsbeispiele. Abweichend von den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ist die Koppeleinrichtung 90 jedoch als Abstützeinrichtung ausgestaltet, welche ein Abstützen des Ankers 36 entgegen der Betätigungsrichtung am Betätigungskolben 28 gestattet. [0088] Die Abstützeinrichtung 90 umfaßt ein zur Koppelung von Anker 36 und Betätigungskolben 28 in eine Abstützposition schwenkbare Abstützelement 160. Das Abstützelement 160 erstreckt sich in der in Fig. 11a dargestellten Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 im wesentlichen in axialer Richtung und taucht bereichsweise in eine sich entgegen der Betätigungsrichtung erstreckende Öffnung 162 des Ankers 36 ein. Das Abstützelement 160 ist starr mit dem Betätigungskolben 28 gekoppelt und radial nach außen vorgespannt. Einstückig mit dem Abstützelement 160 ist ein Arm 164 ausgebildet, welcher sich radial nach außen erstreckt und welcher sich in der in Fig. 11a dargestellten Ausgangsstellung in Anlage mit einem am Gehäuse 12 des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ausgebildeten Anschlag 84 befindet. In der Ausgangsstellung gemäß Fig. 11a ist das Abstützelement 160 in der Öffnung 162 des Ankers 36 eingerastet, ohne jedoch eine Abstützfunktion auszuüben.

[0089] Bei einer Notbremsung verschiebt sich der Anker 36 relativ zum Betätigungskolben 28 in Betätigungsrichtung, d. h. in Fig. 11a nach links. Der Anker 36 entfernt sich dabei soweit in axialer Richtung vom Betätigungskolben 28, daß das Abstützelement 160 sich aus der zugeordneten Öffnung 162 löst und aufgrund der Vorspannung soweit radial nach außen schwenkt, bis das der Unterdruckkammer 16 zugewandte Ende des Abstützelements 160 eine an einer dem Eingangsglied 26 zugewandten Stirnfläche des Ankers 36 ausgebildete Schräge 166 kontaktiert.

[0090] Bei einem Rückhub des Eingangsglieds 26 wird der Anker 36 vom Permanentmagneten 38 abgerissen und es stellt sich die in Fig. 11b dargestellte Betriebsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ein. Das Abstützelement 160 erfüllt seine Abstützfunktion und verhindert einen Aufprall des Ankers 36 gegen den am Betätigungskolben 28 ausgebildeten Anschlag 53.

[0091] Erst nach vollständiger Freigabe des Bremspedals läuft der Arm 184 wieder gegen den Anschlag 84 am Gehäuse 12 des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 an, worauf das Abstützelement 160 radial nach innen zurückgeschwenkt wird und wieder in die im Anker 36 ausgebildete

Öffnung 162 eintauchen kann. Das Abstützelement 160 ist dann von seiner Stützfunktion entbunden und es stellt sich die in Fig. 11a dargestellte Ausgangsstellung des Unterdruck-Bremskraftverstärkers 10 ein.

Patentansprüche

1. Unterdruck-Bremskraftverstärker (10), mit einer Unterdruckkammer (16) und einer davon durch eine bewegliche Wand (14) getrennten Arbeitskammer (18), einem Steuerventil (20), das ein mit der beweglichen Wand (14) kraftübertragend gekoppeltes Gehäuse (22) aufweist und das zur Erzielung einer Druckdifferenz an der beweglichen Wand (14) die Zufuhr von Atmosphärendruck oder Überdruck zur Arbeitskammer (18) in Abhängigkeit von der Verschiebung eines Betätigungskolbens (28) zu steuern vermag, und einer Notbremshilfe mit einem Permanentmagneten (38) und einem mit dem Permanentmagneten (38) zusammenwirkenden Anker (36), der federnd entgegen der Betätigungsrichtung des Bremskraftverstärkers vorgespannt ist und bei einer Notbremsung in Anlage mit dem Permanentmagneten (38) gezogen wird, wodurch das Steuerventil (20) für die Zufuhr von Atmosphärendruck zur Arbeitskammer (18) geöffnet gehalten wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Koppeleinrichtung (90) zum lösbaren Koppeln des Ankers (36) mit dem Betätigungskolben (28) vorhanden ist.
2. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppeleinrichtung (90) eine Rasteinrichtung ist.
3. Unterdruckbremskraftverstärker nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rasteinrichtung (90) ein erstes Rastelement (99, 122, 138) und ein komplementäres, zweites Rastelement (99, 122, 138) umfaßt, welche zusammenwirken, um den Anker (36) mit dem Betätigungskolben (28) zu koppeln.
4. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Rastelement (99, 122, 138) in radialer Richtung beweglich ist.
5. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Rastelement (99, 122, 138) in radialer Richtung vorgespannt ist.
6. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Rastelement als Schnapphaken (99) oder als Ring (122, 138) ausgebildet ist.
7. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schnapphaken (99) im Bereich eines sich im wesentlichen in axialer Richtung erstreckenden Schwenkarms (94) angeordnet ist.
8. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Rastelement als Öffnung (98), Vertiefung (134) oder Schräge (124) ausgebildet ist.
9. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppeleinrichtung (90) eine Klemmeinrichtung ist.
10. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmeinrichtung (90) ein in radialer Richtung eine Klemmkraft erzeugendes Klemmelement (142, 156) umfaßt.
11. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Klemmelement (142, 156) in Bezug auf eine axiale Relativbewegung in und entgegen der Betätigungsrichtung zwischen dem

Anker (36) und dem Betätigungskolben (28) asymmetrische Klemmeigenschaften besitzt.

12. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmeinrichtung (90) eine Schräge (154) umfaßt, mit welcher das Klemmelement (156) zusammenwirkt. 5

13. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Klemmelement als Wälzkörper, insbesondere als Ring oder Kugel (156) ausgestaltet ist. 10

14. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Klemmelement ein sich schräg zur Längsachse des Unterdruck-Bremskraftverstärkers (10) erstreckender Klemmarm (142) ist. 15

15. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelinrichtung (90) eine in axialer Richtung bewegliche Öffnungshülse (96) zum Aufheben der Kopplung zwischen Anker (36) und Betätigungskolben (28) aufweist. 20

16. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelinrichtung (90) eine Abstützeinrichtung ist.

17. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützeinrichtung (90) ein Abstützelement (160) umfaßt, welches zur Kopplung von Anker (36) und Betätigungskolben (28) in eine Stützposition schwenkbar ist. 25

18. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß am Betätigungskolben (28) ein Anschlag (70) vorgesehen ist, welcher dem Anker (36) in Betätigungsrichtung vorgelagert ist und welcher entgegen der Betätigungsrichtung mit dem Anker (36) zusammenwirkt. 30

19. Unterdruck-Bremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß ein sich im wesentlichen senkrecht zum Betätigungskolben (28) erstreckender und mit dem Betätigungskolben (28) gekoppelter Riegel (80) vorhanden ist. 35

Hierzu 20 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

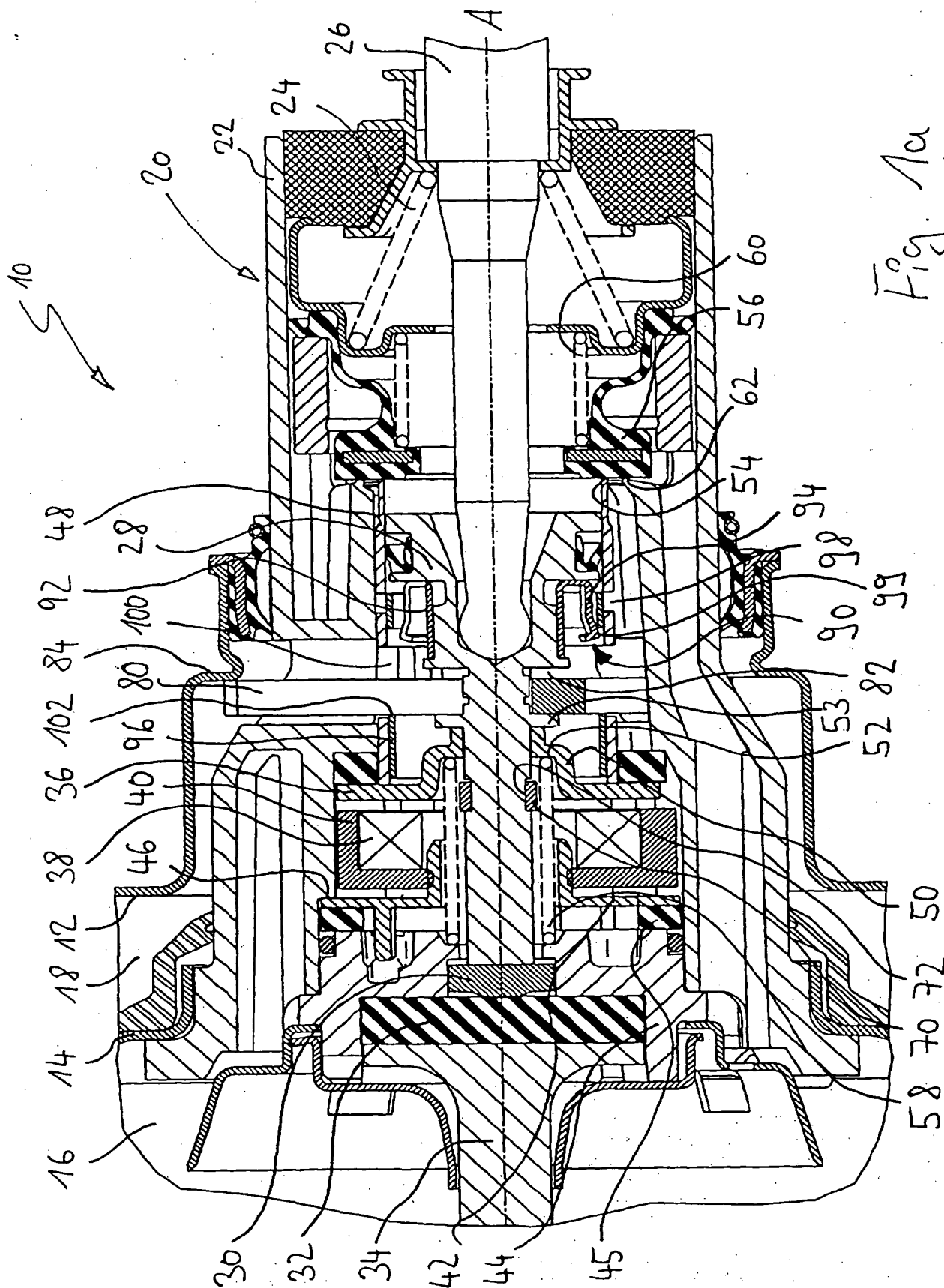
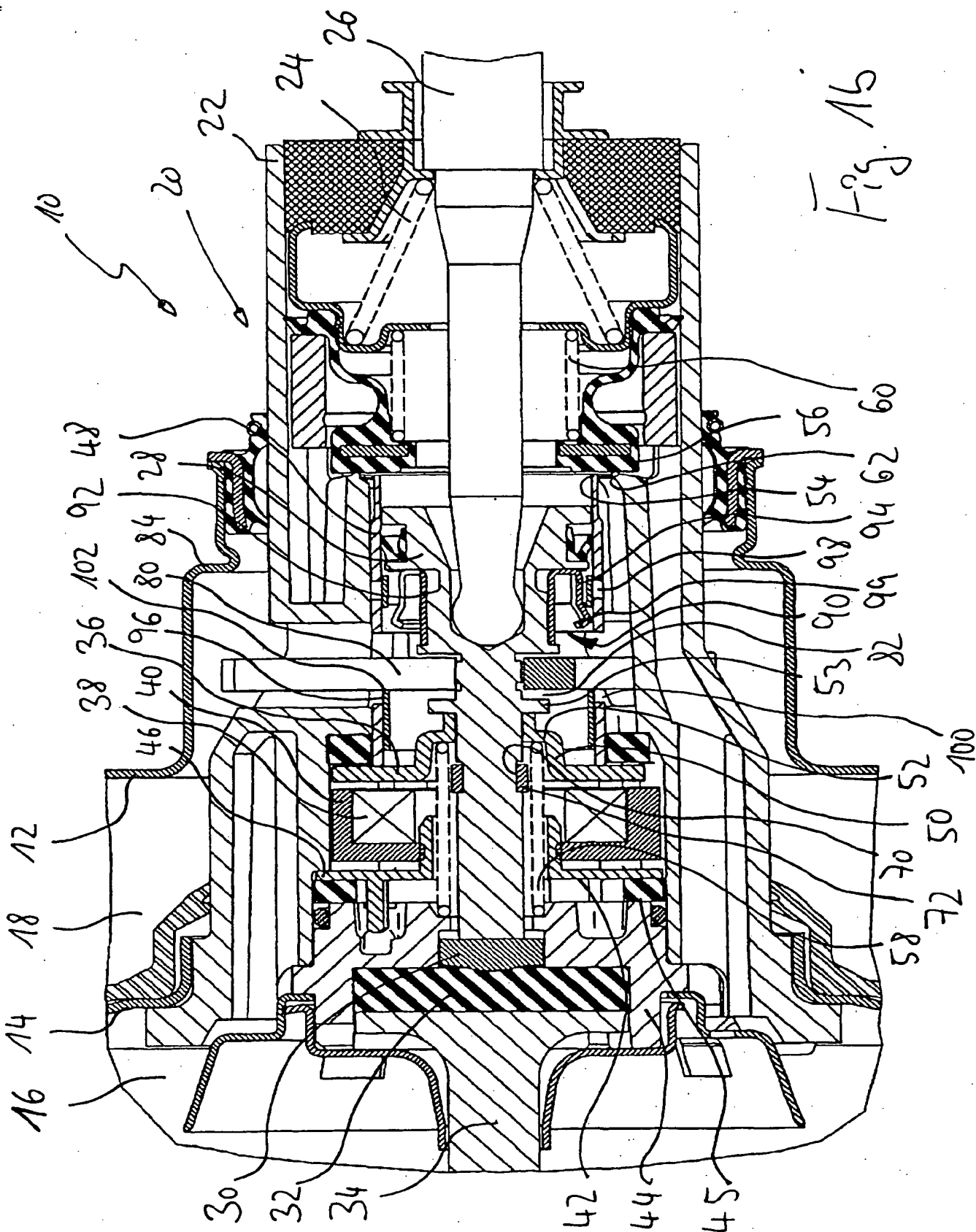
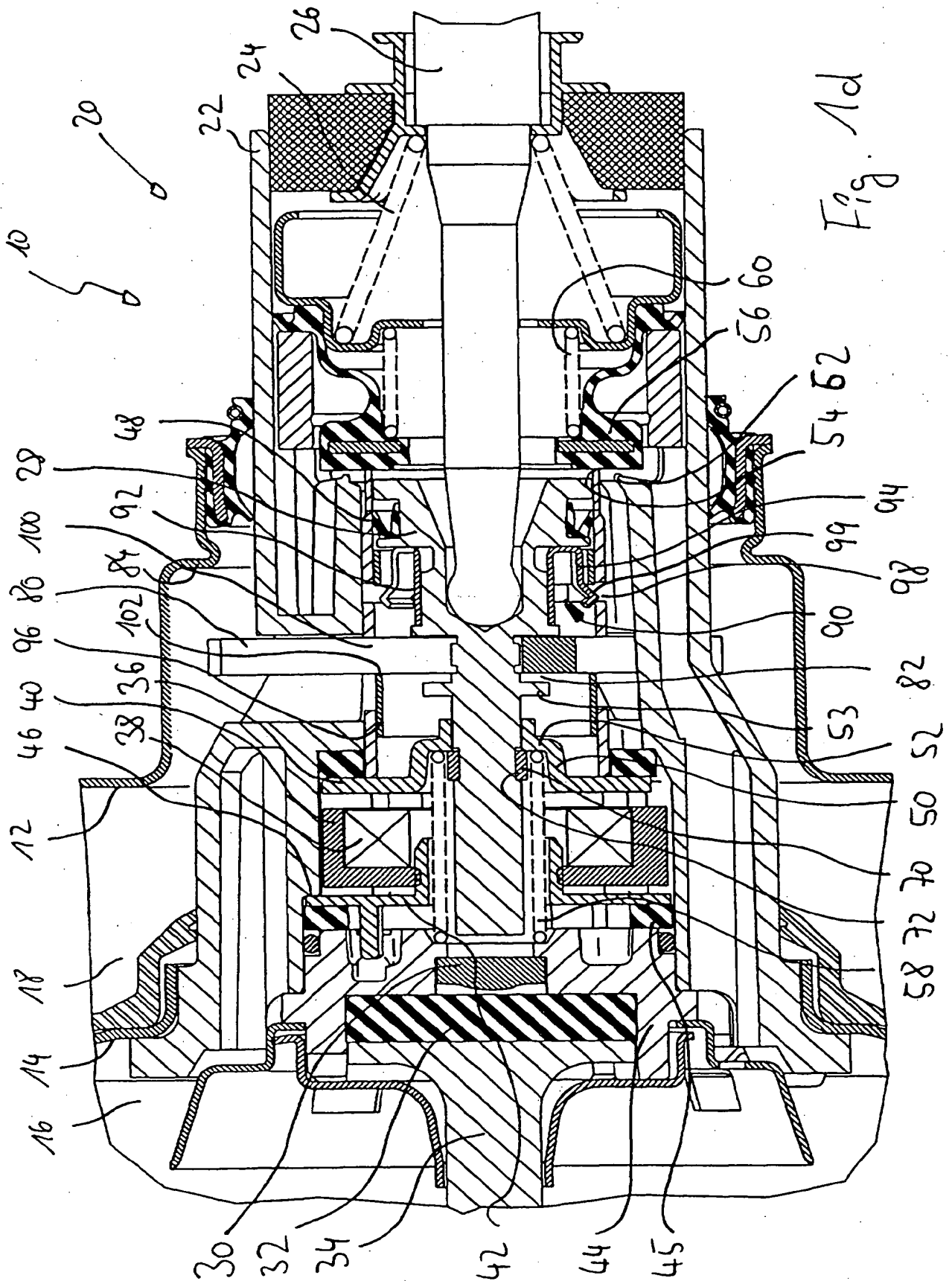
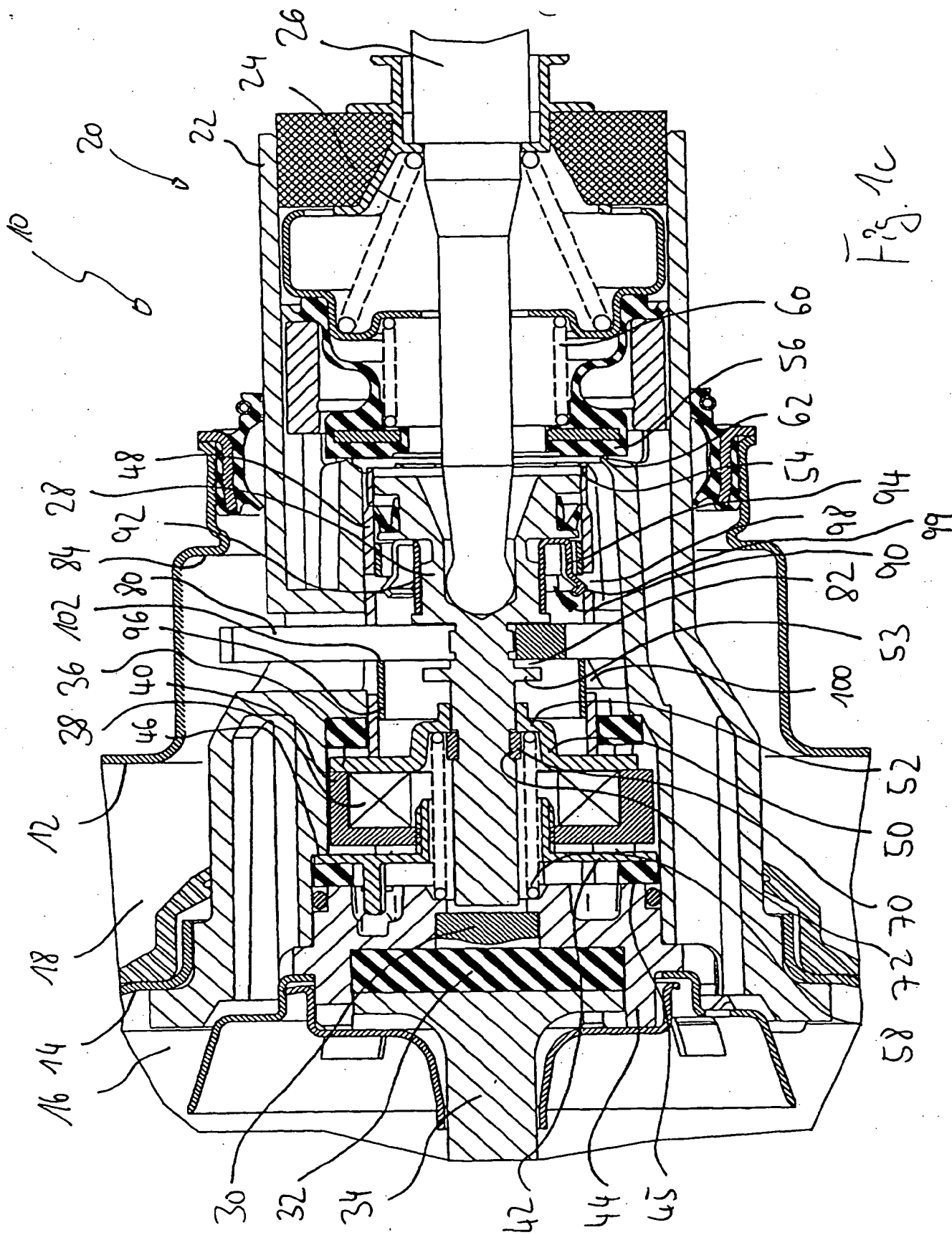
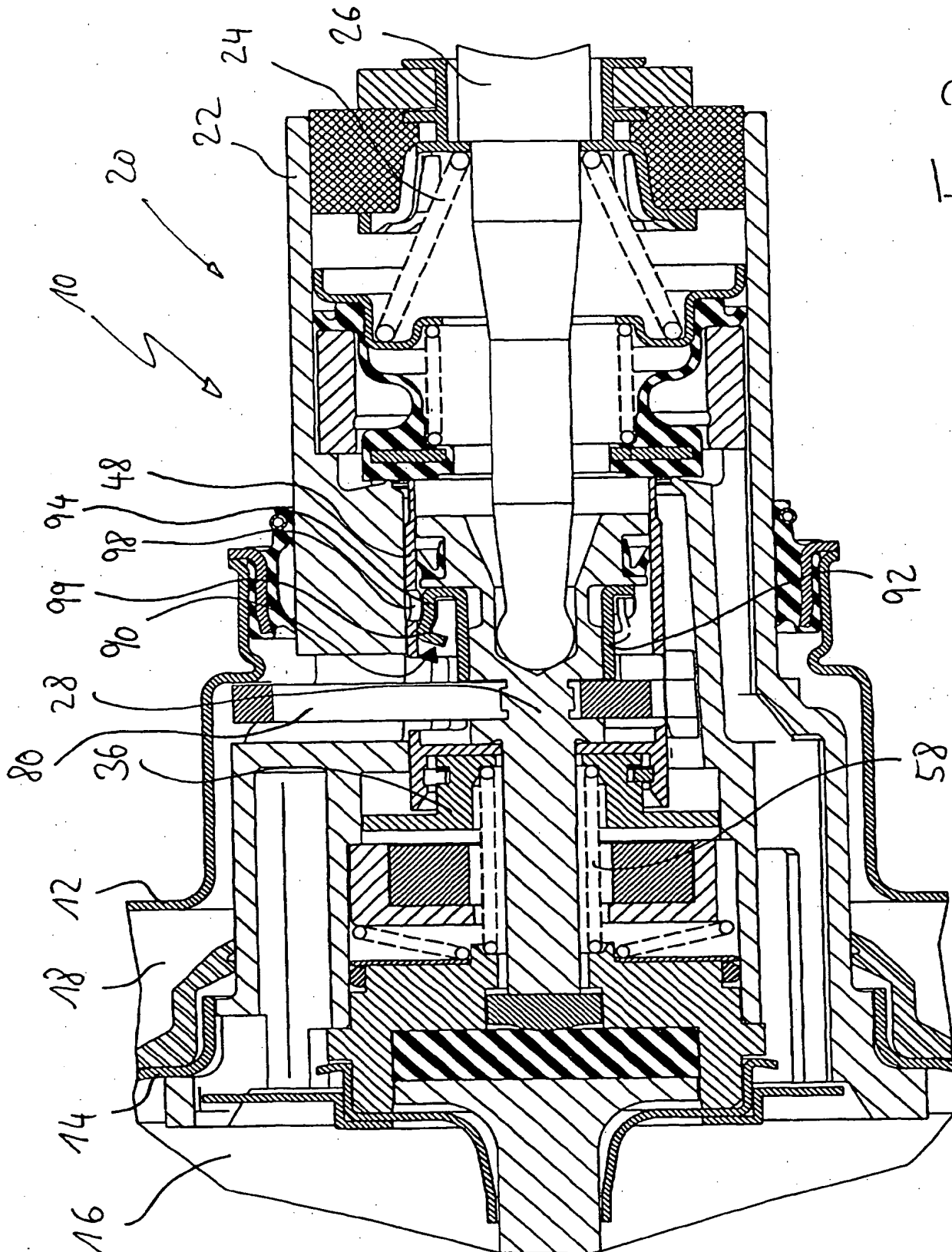


Fig. 1a









2
109

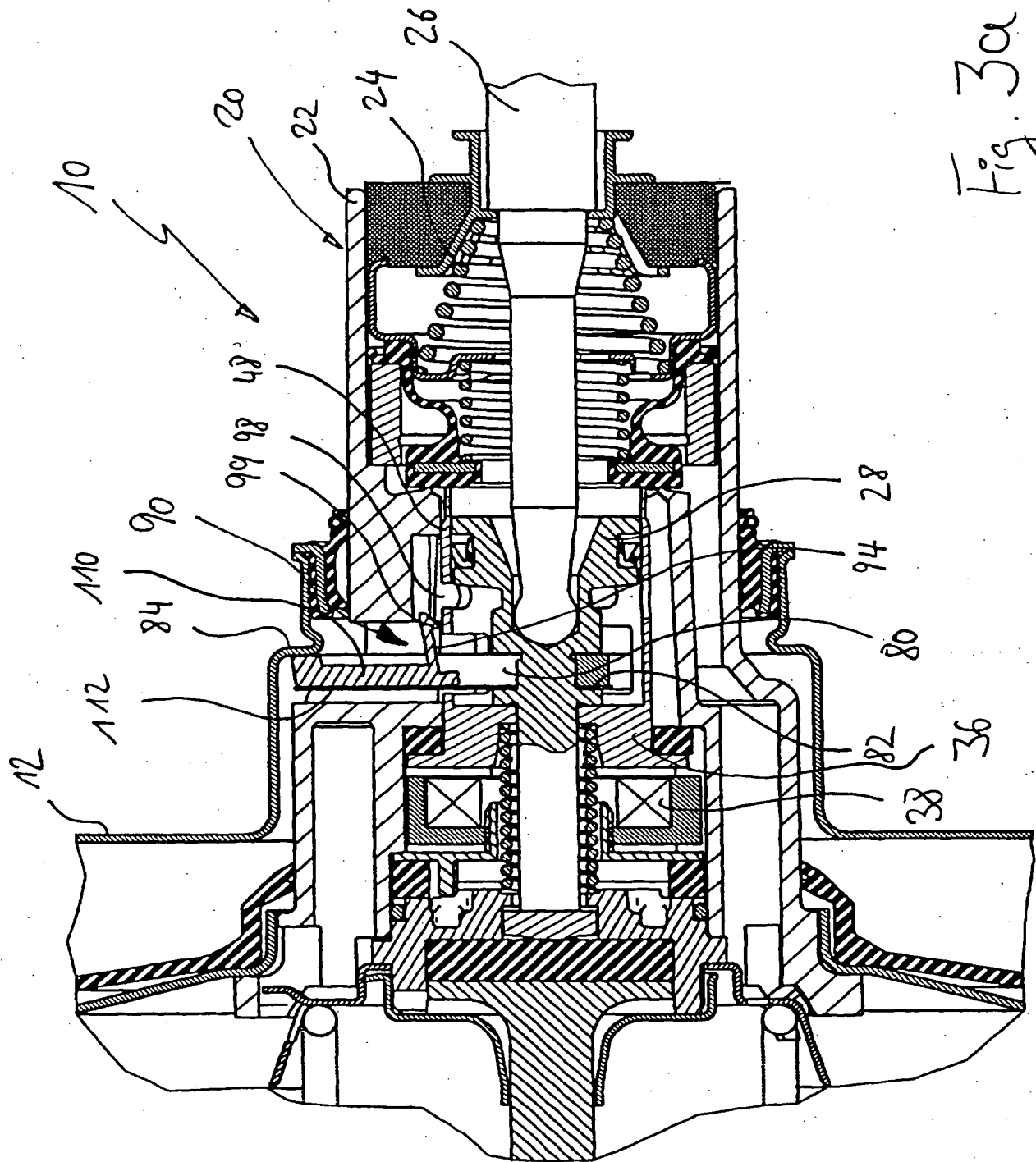


Fig. 3b

